

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
CURSO DE AGRONOMIA**

MARINA GOETTEN

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NO MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA**

CURITIBANOS/SC

2014

MARINA GOETTEN

**ADUBAÇÃO NITROGENADA NO MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO
LAVOURA-PECUÁRIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo do curso de graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos.

Orientador: Dr. Jonatas Thiago Piva.

CURITIBANOS/SC

2014



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia

Rodovia Ulysses Gaboardi km3

CP: 101 CEP: 89520-000 - Curitiba - SC

TELEFONE (048) 3721-2178 E-mail: agronomia.cbs@contato.ufsc.br.

Marina Goetten

ADUBAÇÃO NITROGENADA NO MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Colegiado do Curso de Agronomia, do Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador(a): Prof. Dr. Jonas Thiago Piva

Data da defesa: 05/11/2014

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Jonas Thiago Piva

Titulação Doutor

Área de concentração em Agronomia

Universidade Federal de Santa Catarina

Membro Titular: Eduardo Leonel Bottega

Titulação Doutor

Área de concentração em Engenharia Agrícola

Universidade Federal de Santa Catarina

Membro Titular: Samuel Luiz Fioreze

Titulação Doutor

Área de concentração em Produção vegetal

Universidade do Estado de Santa Catarina

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pela vida.

A toda minha família, em especial meus pais Marli Sartor Goetten e Dirceu Luiz Goetten pelo imenso apoio, dedicação e conhecimento prático passado com muito carinho, fazendo-me cada vez mais ter certeza desta caminhada. A minha irmã e amiga Mariana Goetten por todo incentivo e ajuda, por todas as ideias, trabalhos corrigidos e toda tentativa (as vezes sem sucesso) de apoio.

A todos os mestres que tive a felicidade de conhecer pela competência, dedicação e conhecimento passado durante esses anos dentro e fora da sala de aula. Em especial ao meu orientador prof. Dr. Jonatas Thiago Piva pela oportunidade, dedicação, empenho e qualidade de seu trabalho, que acima de tudo mostrou a importância de ser um profissional responsável e dedicado. Aos professores Dr. Eduardo Leonel Bottega e Dr. Samuel Luiz Fioreze, membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões que possibilitaram um aperfeiçoamento do trabalho. Ao professor Crysttian Arantes Paixão pela ajuda na realização dos cálculos.

A todos os servidores da UFSC Campus Curitibanos que direta ou indiretamente fizeram parte desta caminhada, sempre fazendo o possível para que tudo ocorresse da melhor forma.

Aos colegas pela amizade e por todos os momentos de agonia, tristeza e felicidade compartilhados, momentos esses que agora mais do que nunca temos certeza que valeram a pena, em especial à Paula Roberta Pereira Pelozato que ajudou durante toda a realização do experimento.

Ao Grupo de Pesquisa em Manejo e Fertilidade do Solo por toda a ajuda para a realização do experimento.

Ao PET Ciências Rurais pela oportunidade de fazer parte desse grupo e desta maneira interagir de forma participativa com a comunidade.

À empresa Cultivar Distribuidora de Insumos Agrícolas LTDA pela oportunidade de estágio que me possibilitou conhecer na prática as tantas teorias aprendidas.

"Meu avô costumava dizer que, ao menos uma vez na vida você precisa de um médico, de um advogado, de um policial e um padre, mas todo dia, por três vezes, você precisa de um agricultor."

Brenda Schoepp

RESUMO

A cultura do milho destaca-se no sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) devido às diferentes possibilidades de sua utilização dentro da propriedade. Para obter altas produtividades na cultura, é necessário que se faça uma adubação nitrogenada correta, pois a cultura é muito exigente e responsiva à adubação. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desenvolvimento e a produtividade do milho em um sistema de ILP com diferentes doses de N, além de verificar a máxima eficiência técnica (MET) e econômica (MEE) para o sistema. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). Foram avaliados caracteres morfológicos: altura de planta, diâmetro de colmo e altura de inserção de espiga; componentes de rendimento: comprimento de espiga, fileiras por espiga, grãos por fileira, grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade. Também foi calculada a MET, MEE e feita a análise econômica para cada dose de N aplicada. A aplicação de nitrogênio influenciou significativamente todos os parâmetros avaliados, exceto o número de fileiras por espiga. O aumento das doses de N afetou de forma linear positiva a produtividade. A máxima produtividade de grãos 13.287 kg ha⁻¹ de milho seria encontrada com o uso de 183,85 kg ha⁻¹ de N. A MEE foi seria obtida com 178,09 kg ha⁻¹ de N, com uma produtividade de 13.277 kg ha⁻¹ de milho.

Palavras-chave: Nitrogênio, ureia, *Zea mays* L., plantio direto.

ABSTRACT

The corn stands out in the crop-livestock integration (CLI) due to different possibilities for use within the property. For high productivity in culture, it is necessary a correct nitrogen fertilization, because crop picky and responsive to fertilization. This study aimed to evaluate the development and productivity of corn in a CLI system with different doses of N, and check the maximum technical efficiency (TEM) and economic (ESM) for the system. The experimental design was a randomized block design with three replications. Four doses of nitrogen were used in (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹). We evaluated morphological characters: plant height, stem diameter and ear insertion height; yield components: length of spike, rows per ear, kernels per row, grains per spike, thousand grain weight and productivity. Was also calculated TEM, SEM and made the economic analysis for each N rate applied. The application of nitrogen significantly influenced all parameters except the number of rows per ear. The increase of N rates affected positively linearly productivity. The maximum grain yield 13,287 kg ha⁻¹ of corn would be found with the use of 183.85 kg ha⁻¹ of N. The ESM was would be obtained with 178.09 kg ha⁻¹ N, with a yield of 13,277 kg ha⁻¹ of maize.

Key words: Nitrogen, urea, *Zea mays* L., no tillage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Valores diários da precipitação pluvial registrada durante o período de condução do experimento. Curitiba, SC, 2013/14	13
Figura 2 Componentes morfológicos da cultura do milho avaliados em grão úmido, nos diferentes tratamentos com adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária	15
Figura 3 Componentes de produtividade da cultura do milho avaliados após a maturação da cultura, nos diferentes tratamentos com adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Curitiba, SC, 2014.....	16
Figura 4 Curva de produtividade e pontos de máxima eficiência econômica e máxima eficiência técnica	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Análise econômica da aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho. Curitibanos, SC, 2013/14	19
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

Cepa – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento

Deagro – Departamento do Agronegócio da Fiesp

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Epagri – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Fiesp – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

ha – Hectares

ILP – Integração lavoura-pecuária

K – Potássio

kg – Quilograma

m – Metros

m² – Metros quadrados

mm – milímetros

nº – número

MEE – Máxima eficiência econômica

MET – Máxima eficiência técnica

MO – Matéria orgânica

N – Nitrogênio

P – Fósforo

pH – potencial Hidrogeniônico

R\$ – Reais

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho pode ser cultivada nas mais variadas condições de clima e manejo, estando espalhada por todo o planeta em quase todos os países (GLAT, 2010). Estados Unidos, China e Brasil são os maiores produtores mundiais de milho (GLAT, 2010; MIRANDA et al., 2012; DEAGRO/FIESP, 2013). Segundo levantamento do USDA estes países estão também entre os maiores consumidores e que apresentam os maiores estoques mundiais (DEAGRO/FIESP, 2013).

Em 2013 a região sul do Brasil foi a maior produtora de milho primeira safra e a segunda maior produtora de milho total (primeira e segunda safra), ficando atrás apenas do Centro-Oeste (CONAB, 2014). A possibilidade de ocorrência de geadas é um dos fatores que limita o cultivo do milho safrinha na região Sul do Brasil (MALUF et al., 2000).

Segundo dados da Conab (2014) na safra 2012/13 e 2013/14 Santa Catarina foi o 8º maior produtor de milho do Brasil. Porém, devido ao grande consumo do produto por alguns setores da cadeia produtiva, Santa Catarina vem apresentando um déficit na produção estadual (EPAGRI/CEPA, 2012), desta forma se repete a já tradicional necessidade de compra de milho de outras regiões (EPAGRI/CEPA, 2013).

Entre as safras de 2008/09 e 2012/13 a microrregião de Curitiba (Abdon Batista, Brunópolis, Campos Novos, Curitiba, Frei Rogério, Monte Carlo, Ponte Alta, Ponte Alta do Norte, Santa Cecília, São Cristóvão do Sul, Vargem e Zortéa) apresentou um decréscimo de 11 mil hectares e 37,8 mil toneladas (CONAB, 2014). Contrapondo a isso, entre os anos de 2004 e 2012 a quantidade de milho produzido no município de Curitiba aumentou de 15 para 63 mil toneladas (4,2 vezes), enquanto a área plantada aumentou apenas 1,8 vezes (de 5 para 9 mil hectares) (IBGE, 2013).

O sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) possibilita a diversificação de atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade onde ambas são beneficiadas, possibilitando desta maneira a exploração do solo durante mais meses durante o ano (CRUZ et al., 2008). O objetivo da sucessão lavoura-pecuária é a produção de forragem na entressafra destinada à atividade pecuária, melhoria na conservação do solo, redução da flutuação de temperatura no solo e possibilidade de agregar valor ao sistema de produção (GIMENES et al., 2010).

O milho destaca-se na ILP devido às várias possibilidades de utilização dentro da propriedade, podendo ser utilizado para alimentação animal e humana ou gerando renda através da sua comercialização (ALVARENGA et al., 2006). A ILP tem demonstrado ganhos

em produtividade e maior sustentabilidade na produção de grãos e animais, reduzindo riscos de impacto ambiental e proporcionando maior retorno líquido da produção, além de promover diversificação das atividades e consequentemente garantir a renda ao produtor (GIMENES et al., 2010).

O milho é muito exigente e responsivo a adubação com nitrogênio (N) e para obter altas produtividades na cultura do milho é necessário que se faça uma adubação correta e com as doses definidas a partir da expectativa de rendimento e teor de matéria orgânica no solo (CRUZ et al., 2009). Por ser um constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, o nitrogênio possui papel fundamental para a nutrição das plantas (ANDRADE et al., 2003).

As plantas absorvem o nitrogênio preferencialmente de duas formas, na forma nítrica (NO_3^-) e/ou amoniacal (NH_4^+) (CORRÊA & SCHULZ, 2011). Porém apenas 2% do nitrogênio encontrado no solo está presente nessas formas. Por participar nas moléculas de compostos orgânicos e ativar enzimas para realização de processos vitais às plantas o nitrogênio é o elemento que causa maiores efeitos nas características da planta relacionadas ao crescimento e desenvolvimento (OKUMURA et al., 2011).

Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e a produtividade do milho em ILP com diferentes doses de N, além de verificar a máxima eficiência técnica e econômica para esse sistema.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da UFSC Campus Curitibanos na safra 2013/14, situada a uma latitude 27°16'26.55" sul e longitude de 50°30'14.41" oeste, com altitude de 1000 metros. O clima é classificado como Cfb, temperado com temperatura média entre 15°C e 25°C, tendo uma precipitação média anual de 1500 mm. Os dados de precipitação durante o período do experimento são apresentados na Figura 1. O solo é classificado como Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg⁻¹ de argila) (EMBRAPA, 2006), apresentando os seguintes atributos químicos na camada 0-20 cm de profundidade: MO: 36,19 gdm⁻³, P: 10,70 mgdm⁻³, K: 0,10 cmol_cdm⁻³, pH: 6,00 CaCl₂ e Teor de Argila: 55%.

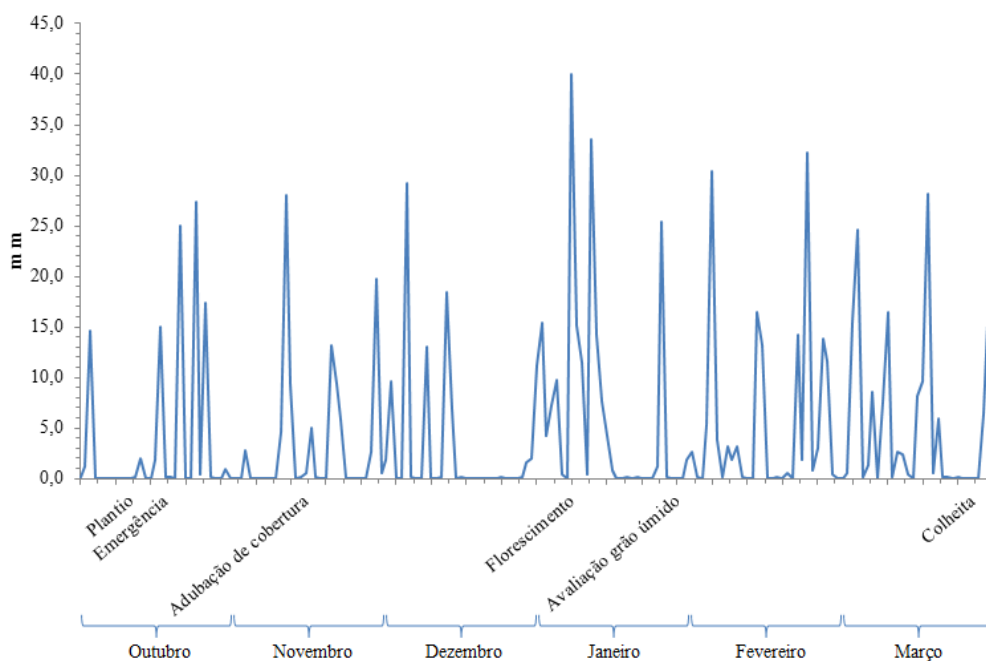


Figura 1: Valores diários da precipitação pluviométrica registrada durante o período de condução do experimento. Curitibanos, SC, 2013/14.

Fonte: INMET, Curitibanos, SC, 2013/14.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com três repetições. A área total ocupada pelo experimento foi de 576 m². O milho foi semeado sob resteva do consórcio de aveia e azevém que recebeu adubação nitrogenada equivalente no período de inverno. Foram utilizadas quatro doses de nitrogênio: testemunha 0 kg de N; 40 kg N ha⁻¹; 80

kg N ha⁻¹ e 120 kg N ha⁻¹. Cada parcela foi constituída por 7 linhas de 12 m de comprimento espaçadas em 0,7 m.

O experimento foi conduzido no sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada no dia 11 de outubro de 2013. Foi utilizada a semente de milho híbrido Dekalb 245 PROTM, a população foi de 65.000 plantas ha⁻¹, sendo semeadas 5 sementes m⁻¹. Os tratos culturais e o manejo fitossanitário seguiram as recomendações técnicas da cultura, sendo igual para todos os tratamentos. No plantio foram utilizados 450 kg ha⁻¹ do adubo 00-20-20 (N-P-K). A adubação de cobertura foi feita no dia 13 de novembro de 2013 quando o milho se encontrava entre os estádios V4 e V5, pela escala de Hanway (CRUZ et al., 2008), utilizando a ureia (45% de N), nas doses definidas para cada tratamento.

Foram avaliados componentes morfológicos no estágio de grão úmido e componentes de produtividade após a maturação. Para determinar os componentes morfológicos foram selecionadas cinco plantas aleatoriamente por parcela. Foram avaliadas a altura de planta, diâmetro do colmo, determinado a 20 cm do solo e altura de inserção da espiga principal.

Após a maturação foram colhidas 7,6 m (desconsiderando 2,2 m de cada lado da bordadura) das 3 fileiras centrais totalizando 16 m², onde foi mensurada a massa de cada amostra, extrapoladas para hectares e corrigidas para a umidade de 14%. A colheita foi realizada de forma manual no dia 28 de março de 2014. Além da produtividade foram avaliados: comprimento de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e massa de mil grãos, esses valores foram avaliados em 10 espigas de cada parcela escolhidas aleatoriamente.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A média das variáveis quantitativas submetidas à análise de regressão.

Para realizar a análise econômica e calcular a Máxima Eficiência Econômica (MEE) foi utilizado o valor de R\$ 65,00 para saca de 50 kg de ureia e R\$ 23,35 para saca de 60 kg de milho. O valor da ureia foi obtido através de um levantamento no comércio de Curitiba, considerando o preço médio praticado em outubro de 2013. O valor do milho foi determinado a partir da média da saca comercializada na cidade em março dos últimos cinco anos.

A Máxima Eficiência Técnica (MET) e a Máxima Eficiência Econômica (MEE) foram determinadas a partir da equação $y=a+bx+cx^2$. Para determinar o valor de “x” na MET foi feita a derivação da função implícita: $\frac{dy}{dx} = b - 2 * c * x$. O “x” na MEE foi determinado

a partir da equação: $x = \frac{\left(\frac{\text{insumo}}{\text{produto}} - b\right)}{2 * c}$ (GEWEHR, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentado o resultado do teste de médias para os componentes morfológicos da cultura do milho. Para altura de planta (a) e altura de inserção da espiga (c) a testemunha diferiu significativamente das demais doses, já diâmetro de colmo (b) as doses de 80 kg N ha⁻¹ e 120 kg N ha⁻¹ diferiram da testemunha e não diferiram significativamente entre si.

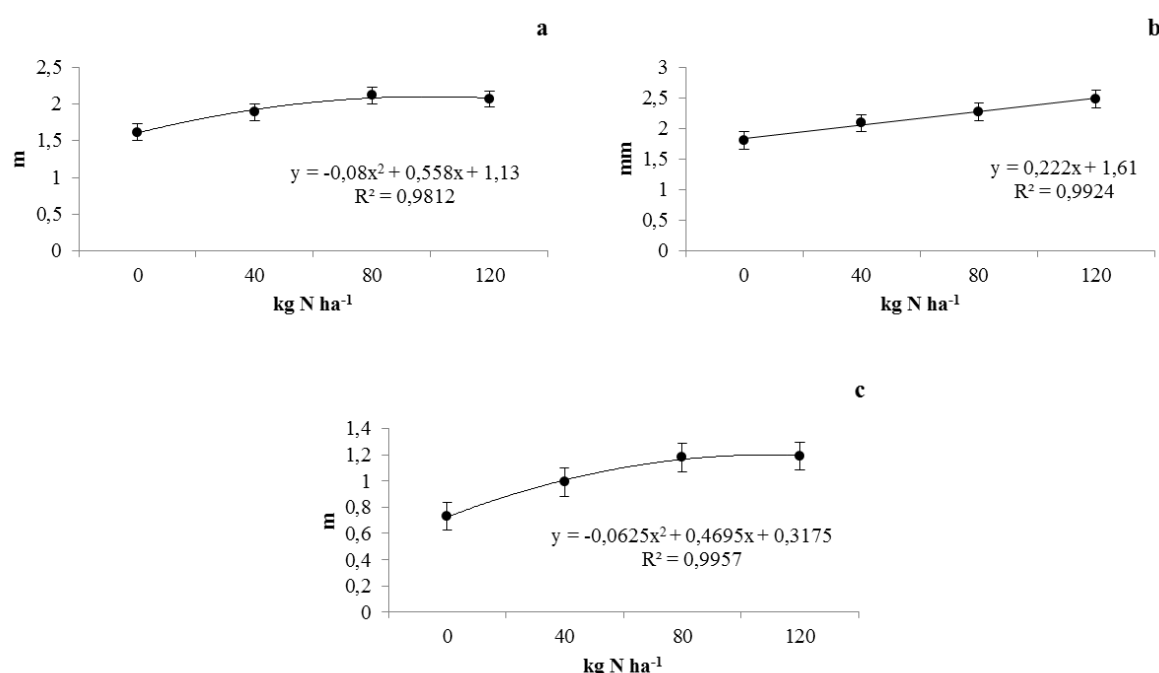


Figura 2: Componentes morfológicos da cultura do milho avaliados em grão úmido, nos diferentes tratamentos com adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. *(a) altura de planta, (b) diâmetro de colmo e (c) altura de inserção da espiga. As barras verticais indicam o erro padrão da média.

Goes et al. (2013) avaliando características agrônômicas e produtividade do milho sob diferentes doses de N em cobertura no inverno verificaram que a altura de planta e diâmetro de colmo ajustaram-se de maneira quadrática com pontos de máximo nas doses 105 kg N ha⁻¹ e 84,4 kg N ha⁻¹ respectivamente, a maior altura de inserção da espiga foi encontrada com a dose de 85 kg N ha⁻¹. Os valores de altura de planta de inserção de espiga apresentaram valores muito próximos aos encontrados no presente trabalho. Mendes et al. (2014) também

verificaram o comportamento da testemunha (sem N), em apresentar as menores alturas em relação aos outros tratamentos.

Os resultados dos componentes da produtividade são apresentados na Figura 3. No comprimento de espiga (a), massa de mil grãos (e) e produtividade (f) as doses de 80 kg N ha⁻¹ e 120 kg N ha⁻¹ não diferiram entre si mais diferiram da testemunha, a dose de 40 kg N ha⁻¹ diferiu apenas da dose de 120 kg N ha⁻¹. Quanto ao número de fileiras por espiga (b) apenas a testemunha diferiu das demais doses. Grãos por fileira (c) e grãos por espiga (d) a testemunha diferiu significativamente de todas as doses e a dose de 40 kg N ha⁻¹ diferiu da dose de 120 kg N ha⁻¹.

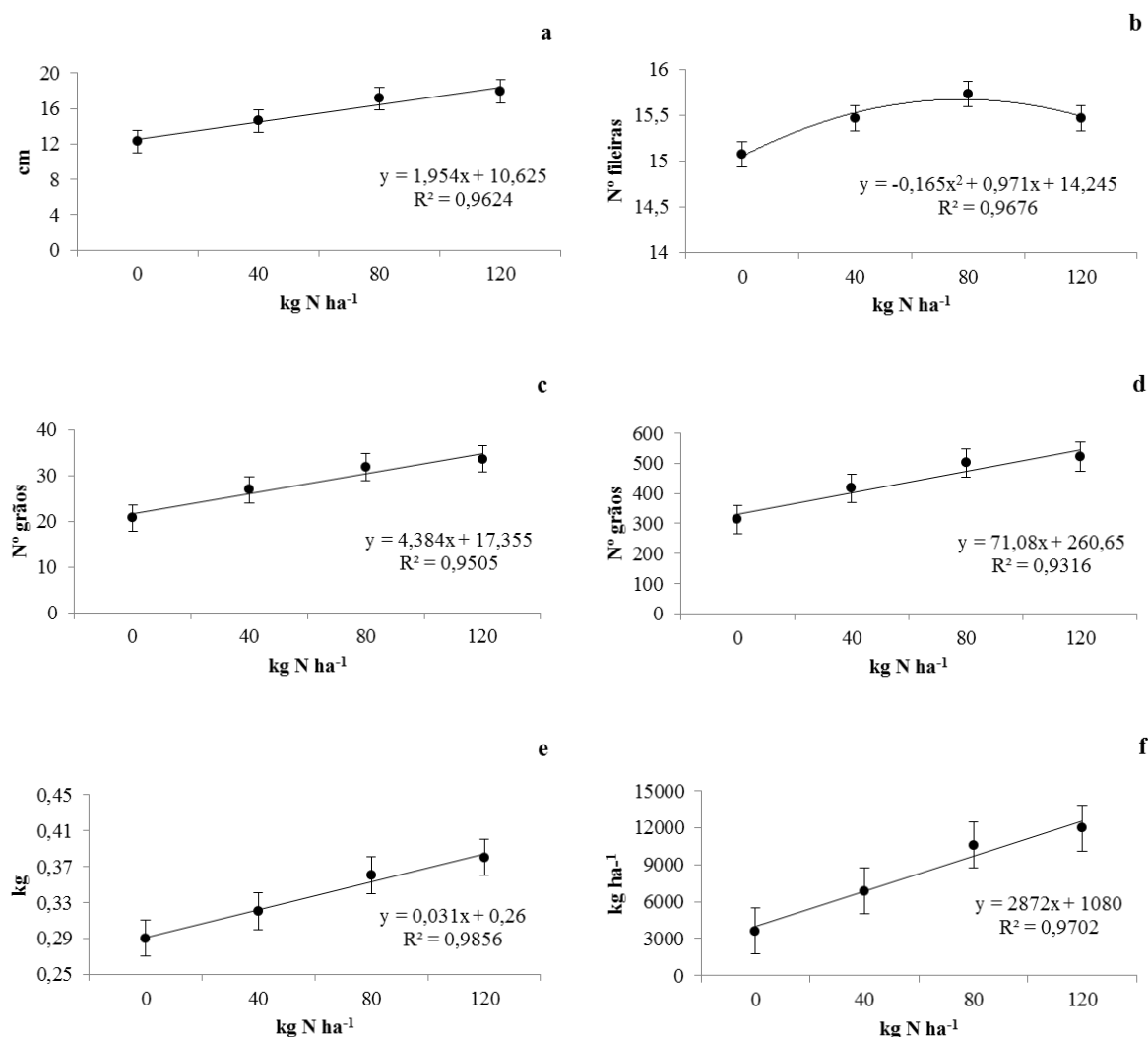


Figura 3: Componentes de produtividade da cultura do milho avaliados após a maturação da cultura, nos diferentes tratamentos com adubação nitrogenada em sistema de integração lavoura-pecuária. Curitiba, SC, 2014. * (a) comprimento de espiga; (b) n° de fileiras por

espiga; (c) nº de grãos por fileira; (d) nº de grãos por espiga; (e) massa de mil grãos e (f) produtividade. As barras verticais indicam o erro padrão da média.

Contrapondo a isso, Goes et al. (2012) em um trabalho com nitrogênio em cobertura para o milho safrinha em Selvíria, MS, verificaram que não houve efeito significativo das doses de nitrogênio, segundo os autores a característica comprimento de espiga é mais afetada pelo genótipo do que pelas boas práticas culturais, para fileiras por espiga, grãos por fileira e grãos por espiga não foi verificado efeito significativo entre as doses de N utilizadas. Em um trabalho realizado por Fernandes et al. (2005) os autores não observaram efeito das doses de N (0, 30, 80 e 190 kg ha⁻¹) em relação ao número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e comprimento de espiga.

Goes et al. (2013), verificaram efeito significativo com aplicação de doses de N para o número de fileiras por espiga, sendo que encontraram como ponto de máxima a dose de 103,5 kg ha⁻¹ de N, o ponto de máxima para o número de grãos por fileira foi 80,6 kg ha⁻¹ de N e 98,1 kg ha⁻¹ de N para o número de grãos por espiga, valores muito próximos ao encontrado no presente trabalho. Em trabalho realizado por Sichocki et al. (2014) ocorreu incremento do número de grãos por fileira com o aumento das doses de N. Também, em um experimento com doses de nitrogênio associado a enxofre elementar em cobertura do milho, realizado em Guarapuava-PR sob sistema de plantio direto, Mendes et al. (2014) detectaram diferenças significativas entre os tratamentos para altura de planta, altura de espiga, massa de mil grãos e produtividade.

Quanto a massa de mil grãos, foi encontrado um efeito linear positivo em função da aplicação de N. Resultados semelhantes foram encontrados por Sichocki et al. (2014) em um trabalho com doses de nitrogênio e fósforo em milho safrinha em Rio Paranaíba, MG e por Queiroz et al. (2011) em um trabalho em Patos de Minas, MG. Fernandes et al. (2005) estimaram que a massa de mil grãos e os dados ajustaram-se em uma equação quadrática, onde a maior massa foi encontrada próxima a dose de 90 kg N ha⁻¹ e diminuiu ao dobrar a dose de N. Goes et al. (2013) acharam como ponto de máxima eficiência 110,8 kg N ha⁻¹ para a massa de mil grãos, estes dados corroboram com o encontrado no presente trabalho. Contrapondo a esses dados no experimento realizado por Goes et al (2012) não houve efeito significativo para massa de mil grãos, mas esse resultado pode ter sido afetado devido os baixos índices pluviométricos que podem ter influenciado a incorporação do fertilizante no solo.

A aplicação de N aumentou linearmente a produtividade (Figura 3, f). O tratamento com a maior dose de N (120 kg ha^{-1}) apresentou um rendimento de 8.331 kg ha^{-1} a mais que a testemunha. Dados semelhantes foram encontrados por Queiroz et al. (2011) onde a produtividade do milho sequeiro respondeu de forma linear ao aumento da dose de N aplicado. Mendes et al. (2014) verificaram que para a característica produtividade os tratamentos com adubação não diferiram entre si, mas foram significativamente superiores à testemunha. No trabalho de Goes et al. (2012) não houve efeito entre adubação nitrogenada e a produtividade, mas os autores ressaltam que essa interação depende de fatores como umidade do solo, genética e dose utilizada. Em trabalho realizado em sistema de ILP Andreolla (2010) encontrou como valores médios de produtividade do milho em área com pastejo e área sem pastejo de 10.022 e 9.636 kg ha^{-1} , respectivamente, demonstrando haver efeito residual do N aplicado na pastagem na cultura do verão.

O efeito do N no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho tem grande influencia das condições do ambiente, principalmente da quantidade e distribuição de chuvas. Durante o cultivo do milho, houve precipitação de $773,8 \text{ mm}$ (Figura 1). Segundo Cruz et al. (2008) o milho é uma cultura muito exigente em água e a necessidade durante seu ciclo está em torno de 600 mm e todas as fases podem sofrer danos caso ocorra uma má distribuição de chuvas durante o ciclo.

A produtividade máxima mensurada por Sichoeki et al. (2014) foi de 7.550 kg ha^{-1} , alcançado com a aplicação de 150 kg ha^{-1} de N. A máxima produtividade encontrada por Fernandes et al. (2005) em um experimento avaliando a eficiência de doses de N em Selvíria, MS foi obtida com 110 kg N ha^{-1} , totalizando 6.000 kg ha^{-1} de grãos.

Segundo dados do Conab (2014) na safra 2013/14 Santa Catarina apresentou uma produtividade média de 7.385 kg ha^{-1} , o que comparado a este experimento representa $3.201,44 \text{ kg ha}^{-1}$ e $4.576,92 \text{ kg ha}^{-1}$ a menos que os valores encontrados para as doses de N de 80 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} , respectivamente. Segundo Cruz et al. (2012) alguns produtores já chegaram a atingir mais de $12.000 \text{ kg ha}^{-1}$ de milho, enquanto outros alcançam médias bem inferiores, esse contraste se dá principalmente à diferença entre os sistemas de produção. Queiroz et al. (2011) também observaram médias maiores em seus tratamentos em relação a média de produtividade do estado de Minas Gerais.

A análise econômica (Tabela 1) foi elaborada levando em consideração apenas o valor da ureia (R\$ 65,00 saca de 50 kg) e de venda do milho (R\$ 23,35 saca de 60 kg). A dose de 120 kg ha^{-1} foi a maior dose de N avaliada nesse estudo e também a que teve o maior acréscimo no lucro comparada a testemunha. Queiroz et al. (2011) trabalhando com doses até

160 kg N ha⁻¹ em milho concluíram que a dose de 120 kg ha⁻¹ foi a que proporcionou o melhor retorno econômico. No trabalho de Sichocki et al. (2014) a receita bruta e o lucro foram incrementados de forma linear com as doses de N (30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹) aplicadas.

Tabela 1: Análise econômica da aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho. Curitiba, SC, 2013/14.

Doses de N (kg ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹) ¹	Custo do Fertilizante Nitrogenado (R\$ ha ⁻¹) ²	Lucro (R\$ ha ⁻¹)	Acréscimo de Lucro (%)
0	3.630,16	1.412,74	0	1.412,74	0
40	6.861,58	2.670,30	115,56	2.554,74	80,84
80	10.586,44	4.119,89	231,11	3.888,78	175,27
120	11.961,91	4.655,18	346,67	4.308,51	204,98

¹ Média de preço do milho praticado em Curitiba, SC em março dos cinco últimos anos (R\$ 23,35 saca de 60 kg). ² Fertilizantes comercializados em Curitiba, SC, em novembro de 2013), utilizou-se ureia como fonte de N (R\$ 65,00 saca de 50 kg).

Com as doses avaliadas no experimento, a MET e a MEE foram encontradas com a aplicação de 120 kg N ha⁻¹, porém estimou-se que com doses mais elevadas de N a MET seria alcançada com a aplicação de 183,85 kg ha⁻¹, totalizando uma produtividade de 13.287 kg ha⁻¹ de milho (Figura 4), indicando que se fossem aplicadas doses de N maiores do que estas, a cultura não responderia em produtividade. A MEE seria encontrada com a aplicação de 178 kg ha⁻¹ de N, obtendo uma produtividade de 13.277 kg ha⁻¹ de milho, indicando a dose que traria o melhor retorno econômico nas condições e valores avaliados no experimento. Segundo Cruz et al. (2008) a recomendação de adubação nitrogenada em cobertura no milho varia entre 60 a 100 kg ha⁻¹, mas na tomada de decisão sobre a adubação é necessário levar em consideração vários fatores, entre eles as condições edafoclimáticas, sistema de cultivo, época de semeadura, época e modo de aplicação e fonte de N utilizada, por isso a recomendação da adubação nitrogenada não deve ser generalizada. Silva & Souza (2007) encontraram a MEE do milho em sucessão da aveia preta com a aplicação de 150 kg ha⁻¹ de N e a MET com a aplicação de 205 kg ha⁻¹ de N.

A diferença na dose de N e na produtividade de milho encontrada para MEE em relação a MET foi de 5,76 e 9,64 kg ha⁻¹, respectivamente. Segundo Silva & Souza (2007) é mais interessante trabalhar com a MEE já que esta leva em consideração os preços do adubo utilizado e do produto colhido.

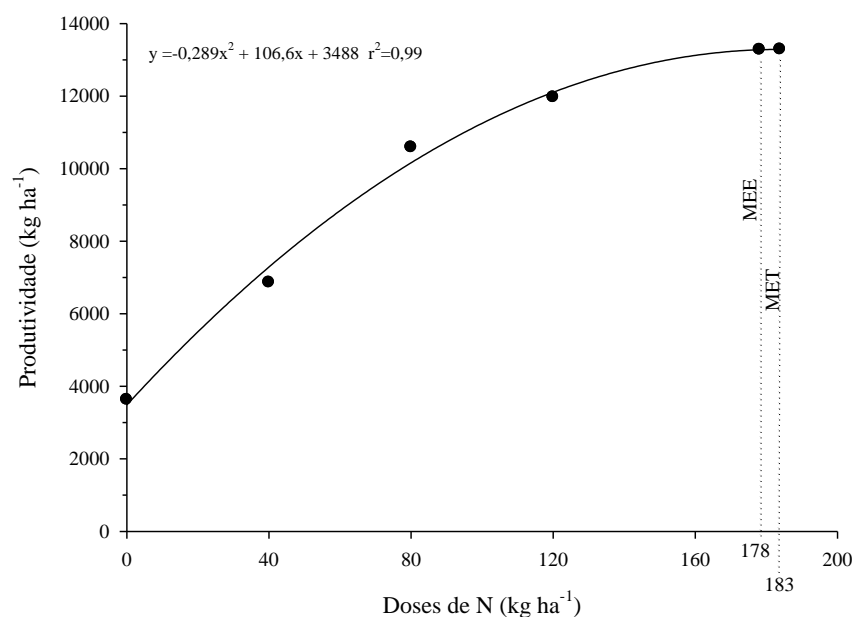


Figura 4: Curva de produtividade e pontos de máxima eficiência econômica e máxima eficiência técnica.

Considerando a dose de N e a produtividade, a MET proporcionaria um lucro de R\$ 4.639,95 ha⁻¹, 7,69% a mais que a maior dose testada no experimento (120 kg ha⁻¹). A MEE apresentaria um lucro 7,99% maior que a dose de 120 kg ha⁻¹, totalizando um lucro de R\$ 4.652,84 ha⁻¹. Estes resultados demonstram ser mais interessante alcançar a MEE e não a MET, pois a partir de 178 kg ha⁻¹ de N o aumento dos gastos com adubação nitrogenada não proporciona um aumento no rendimento de grãos que justifique economicamente o aumento da dose de N aplicada.

4 CONCLUSÕES

O nitrogênio influenciou positivamente todos os componentes avaliados.

As doses de 80 e 120 kg de N ha⁻¹ não diferiram significativamente entre si em nenhuma das variáveis avaliadas.

A produtividade de milho teve resposta linear positiva à aplicação de nitrogênio até 120 kg de N ha⁻¹.

A máxima eficiência técnica seria encontrada com a aplicação de 183 kg de N ha⁻¹. E a máxima eficiência econômica com a aplicação de 178 kg de N ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do Milho na Integração Lavoura- Pecuária**. Embrapa: Circular Técnica 80, Sete Lagoas, dez. 2006.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M. da; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R.. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. Edição Especial, p.1643-1651, dez., 2003.
- ANDREOLLA, V. R. M.. **Integração lavoura-pecuária: atributos físicos do solo e produtividade das culturas do feijão e milho**. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V.1 - Safra 2013/14, n.12 - Décimo Segundo Levantamento. Brasília: Conab, 2014. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf>. Acessado em: 19/09/2014.
- CORRÊA, A. G.; SCHULZ, A. T.. **Cama de aviário submetida a compostagem e lodo da estação de tratamento de esgoto na adubação da cultura do milho**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Medianeira, 2011.
- CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; FILHO, I. A. P.; PINTO, L. B. B.; QUEIROZ, L. R.. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. Embrapa Milho e Sorgo: Circular técnica 124, Sete Lagoas, dez. 2009. Disponível em: <
http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2009/circular/Circ_124.pdf>. Acessado em: 08/12/2013.
- CRUZ, J. C. et al.. **Cultivo do Milho**. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 8ª ed. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, Out./2012
- CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C.. **A Cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 171-195.
- DEAGRO/FIESP. **Safra Mundial de Milho 2013/14 – 7º Levantamento do USDA. Novembro de 2013**. Disponível em: <
http://www.fiesp.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Safra-Mundial-de-Milho_Nov13.pdf>. Acessado em: 08/12/2013.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 2006. 306 p.

EPAGRI/CEPA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2011-2012**. Epagri/Cepa, Florianópolis, 2012.

_____. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2012-2013**. Epagri/Cepa, Florianópolis, 2013.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. da C.. Dose, eficiência e uso de Nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p. 195-204, 2005.

GEWEHR, E. **Eficiência técnica e econômica de produção em trigo e os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade na interação doses de nitrogênio e sistemas de cultivo**. Unijuí, Ijuí, 2012.

GIMENES, M. J.; POGETTO, M. H. F. do A. D.; PRADO, E. P.; CHRISTOVAM, R. de S.; SOUZA, E. de F. C. de. Integração lavoura-pecuária – breve revisão. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** V. 4, N. 1, p. 53, 2010.

GLAT, D. **A dimensão do milho no mundo**. A Granja: Porto Alegre, junho 2010. Disponível em: < <http://www.abramilho.org.br/noticias.php?cod=975>>. Acessado em: 06/12/2013.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G.. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.2, p. 169-177, 2012.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O.. Características agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.12, n.3, p. 250-259, 2013.

IBGE. **Lavoras temporárias**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acessado em: 04/12/2013.

MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; CAIAFFO, M. R.. Zoneamento agroclimático da cultura de milho por épocas de semeadura, no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v6, n1, p 39-54, 2000.

MENDES, M. C.; WALTER, A. L. B.; JUNIOR, O. P.; RIZZARDI, D. A.; SCHLOSSER, J.; SZEUCZUK, K.. Dose de Nitrogênio associado a enxofre elementar em cobertura na cultura do milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 96-106, 2014.

MIRANDA, R. A.; DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.. Sistema de Produção. **Embrapa Milho e Sorgo**: Versão Eletrônica - 8ª edição, Out 2012. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_8ed/economia.htm>. Acessado em: 04/12/2013.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. de C.; ZACCHEO, P. V. C.. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.226–244, 2011.

QUEIROZ, A. M. de; SOUZA, C. H. E. de; MACHADO, V. J.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; SILVA, A de A.. Avaliação de diferentes fontes e doses de Nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea Mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.

SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A.; RUAS, R. A.; NUNES, P. H. M. P.. Resposta do milho safrinha à doses de Nitrogênio e de Fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 48-58, 2014.

SILVA, D. A. da; SOUZA, L. C. F. de. Análise econômica de Sucessões de culturas para milho, com níveis de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, n.2, p. 256-262, 2007.